

**Controlling restraining arrangements involves controlling arrangement depending on crash severity and/or crash type determined for each phase of crash from at least one crash-characterization signal**

**Publication number:** DE10252227 (A1)

**Publication date:** 2004-05-27

**Inventor(s):** ROELLEKE MICHAEL [DE]; MINDNER KLAUS [DE]; KOEHLER ARMIN [DE]; LICH THOMAS [DE]; AUST SABINE [DE]; KOLATSCHEK JOSEF [DE]; LANG GUNTHER [DE]; SCHULLER HERMANN [DE]

**Applicant(s):** BOSCH GMBH ROBERT [DE]

**Classification:**

**- international:** B60R21/01; B60R21/0132; B60R21/0134; B60R21/0136; B60R21/015; B60R21/01; B60R21/0132; B60R21/0134; B60R21/0136; B60R21/015; (IPC1-7): B60R21/01; B60R21/32

**- European:** B60R21/013; B60R21/015

**Application number:** DE20021052227 20021111

**Priority number(s):** DE20021052227 20021111

**Also published as:**

WO2004043745 (A1)

US2006095183 (A1)

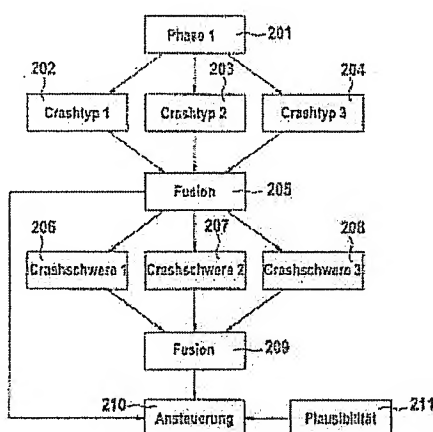
US7292921 (B2)

EP1599363 (A1)

CN1646348 (A)

**Abstract of DE 10252227 (A1)**

The method involves generating at least one crash-characterization signal, specifying time-defined crash phases after detecting an impact, determining a crash type (202-204) and crash severity (206-208) for each crash phase using the generated signal and controlling a corresponding restraining arrangement (210) depending on the determined crash severity and/or the crash type. AN Independent claim is also included for the following: (a) the use of an arrangement for controlling restraining arrangements by implementing the inventive method.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 102 52 227 A1 2004.05.27

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 102 52 227.8  
(22) Anmeldetag: 11.11.2002  
(43) Offenlegungstag: 27.05.2004

(51) Int Cl.7: B60R 21/01  
B60R 21/32

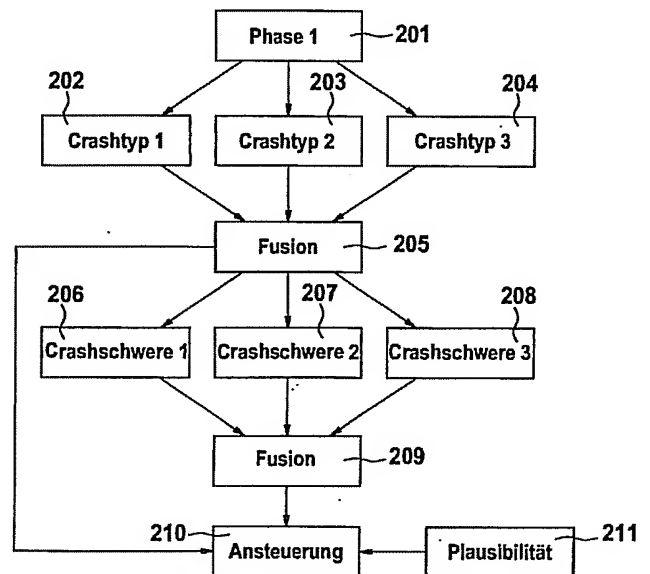
(71) Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:  
Rölleke, Michael, 71229 Leonberg, DE; Mindner,  
Klaus, 71634 Ludwigsburg, DE; Köhler, Armin,  
74343 Sachsenheim, DE; Lich, Thomas, 71409  
Schwaikheim, DE; Aust, Sabine, 70192 Stuttgart,  
DE; Kolatschek, Josef, 71263 Weil der Stadt, DE;  
Lang, Gunther, 70569 Stuttgart, DE; Schuller,  
Hermann, 71065 Sindelfingen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: Verfahren zur Ansteuerung von Rückhaltemitteln

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zur Ansteuerung von Rückhaltemitteln (8) vorgeschlagen, wobei wenigstens ein aufprallkennzeichnendes Signal erzeugt wird. Ab Erkennen eines Aufpralls werden zeitlich definierte Crash-Phasen vorgegeben und für jede Crash-Phase wird anhand des Signals ein Crash-Typ und eine Crash-Schwere bestimmt. In Abhängigkeit von der Crash-Schwere und/oder des Crash-Typs werden die entsprechenden Rückhaltemittel (8) angesteuert.



**Beschreibung**

## Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Ansteuerung von Rückhaltemitteln nach der Gattung des unabhängigen Patentanspruchs.

[0002] Aus DE 19909538 A1 ist ein Verfahren zur Ansteuerung von Rückhaltemitteln bekannt, bei dem zunächst der Crash-Typ bestimmt wird. Kann nicht eindeutig auf einen Crash-Typ geschlossen werden, wird mit Wahrscheinlichkeitswerten operiert. Das Verfahren ist modular aufgebaut und weist ein Unfallklassifizierungsmodul, ein Berechnungsmodul und ein Vergleichsmodul auf.

## Vorteile der Erfindung

[0003] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Ansteuerung von Rückhaltemitteln mit den Merkmalen des unabhängigen Patentanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, dass Crash-Typ und auch Crash-Schwere jeweils für Crash-Phasen bestimmt werden, die ab der Erkennung eines Aufpralls beginnen. Hierdurch ist es möglich, bereits frühzeitig eine Entscheidung über die Auslösung treffen zu können. Damit können Unfälle, die ein starkes Ereignis, d.h. einen schweren Unfall, darstellen, bereits frühzeitig zur Auslösung von Rückhaltemitteln führen. Die Erfahrung zeigt, dass umso länger eine Auslöseentscheidung bzw. -ansteuerung von Rückhaltemitteln hinaus geschoben werden muss, umso schwieriger und komplexer wird der Auslösealgorithmus. Daher ist es sinnvoll, bereits frühzeitig Entscheidungen treffen zu können, um hier durch eine einfachere Struktur des Algorithmus Zeit und Komplexität einzusparen. Der einfache und strukturierte Aufbau des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. Algorithmus ermöglicht weiterhin das einfache Integrieren von neuen Funktionen. Insgesamt führt das erfindungsgemäße Verfahren zu einer besseren Ansteuerung und zeitgenaueren Ansteuerung von Rückhaltemitteln.

[0004] Durch die Verwendung von Crash-Phasen und einer damit verbundenen Steuerung der Empfindlichkeiten der Crash-Schwereerkennung lässt sich passend zu den Aufprallsensorsignalen die Crash-Schwere optimal ermitteln. Weiterhin kann eine Crash-Phase und eine Crash-Typ-Erkennung zur Steuerung der Empfindlichkeit der Crashschwerealgorithmen vorgesehen sein. Die Crash-Typ-Erkennung ermöglicht ein angepasstes Wählen des Crash-Schwere-Algorithmus und damit spezielle Crash-Schweren für die einzelnen Crash-Schwere-Algorithmen. Der modulare Aufbau des gesamten Algorithmus ist damit erweiterbar durch zusätzliche Module. Eine Erweiterung der Modulfunktionalität ist durch den ihrerseits modularen Aufbau gegeben. Kommen neue Crash-Typen, die erkannt werden sollen, dazu, ist jedem Modul ggf. ein Submodul zu erstellen. Das erfindungsgemäße Verfahren bzw. Algorithmus vermeidet jede Rückkopplung. Es liegt außerdem eine einheitliche Struktur für Erweiterungen wie z.B. das Hinzufügen von Upfrontsensoren vor.

[0005] Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen und Weiterbildungen sind vorteilhafte Verbesserungen des im unabhängigen Patentanspruch angegeben Verfahrens zur Ansteuerung von Rückhaltemitteln möglich.

[0006] Besonders vorteilhaft ist, dass die Crash-Phasen in Abhängigkeit vom Fahrzeug-Typ definiert werden. Die Crash-Phasen hängen insbesondere von experimentiellen Crash-Tests ab um auf die Deformierbarkeit des jeweiligen Fahrzeugtyps einzugehen.

[0007] Der Crash-Typ für jede Crash-Phase wird insbesondere dadurch bestimmt, dass für unterschiedliche Crash-Typen Frontalaufprall, Offset-Aufprall, Seitenaufprall, Heckaufprall, Aufprall auf eine deformierbare Barriere oder Pfahlcash das wenigstens eine Signal vom Aufprallsensor untersucht wird und Ergebnisse dieser Untersuchungen miteinander verknüpft werden, um den Crash-Typ zu bestimmen. Damit kann parallel für die verschiedenen möglichen Crash-Typen das Aufprallsignal untersucht werden, um festzustellen, welcher Crash-Typ der Geeignete ist. Ergibt sich keine eindeutige Zuordnung, kann hier mit Wahrscheinlichkeiten gerechnet werden. Es wird also eine gewichtete Verknüpfung von unterschiedlichen Crash-Typen vorgenommen. Der so fusionierte Crash-Typ bestimmt dann, ob ein oder mehr Algorithmen zur Bestimmung der Crash-Schwere verwendet werden. Kann der Crash-Typ beispielsweise nicht eindeutig zugeordnet werden, werden mehrere Algorithmen für die Bestimmung der Crash-Schwere verwendet, um auch hier eine gewichtete Summe der Crash-Schwere zu bilden.

[0008] Weiterhin ist es von Vorteil, dass die Ansteuerung der Rückhaltemittel letztlich nur in Abhängigkeit von einem Plausibilitätssignal durchgeführt wird. Auch dieses Plausibilitätssignal wird von dem wenigstens einen Signal des Aufprallsensors abgeleitet. Dies führt zu einer höheren Sicherheit des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0009] Darüber hinaus ist es von Vorteil, dass für die unterschiedlichen Aufprallsensoren im Fahrzeug jeweils getrennt für jede Crash-Phase die Crash-Schwere in der oben beschriebenen Weise bestimmt werden. Die daraus resultierenden Crash-Typen und Crash-Schweren für die einzelnen Aufprallsensoren werden dann gemeinsam miteinander verknüpft, um jeweils einen Crash-Typ und jeweils eine Crash-Schwere festzustellen.



Eine weitere Möglichkeit, den passenden Crashtyp bzw. Crashschwere zu bestimmen, liegt in der sinnvollen Kombination verschiedenartiger Sensorsignale, die in gemeinsamer Auswertung einen Crashtyp oder Crashschwere ergeben. Zu solchen unterschiedlichen Aufprallsensoren gehören die Sensoren im Zentralgerät, beispielsweise auf dem Fahrzeugtunnel und Upfrontsensoren, also die insbesondere am Kühler angebracht sind, und auch Seitenaufprallsensoren. Als Aufprallsensoren können neben den üblichen Beschleunigungssensoren auch Verformungssensoren, indirekte Verformungssensoren wie Druck- und Temperatursensoren und Pre-crash-Sensoren verwendet werden. In einer Weiterbildung ist vorgesehen, dass in Abhängigkeit von dem jeweils ermittelten Crash-Typ bzw. der Crash-Schwere ein Gewichtungsfaktor abgeleitet wird, der für den einzelnen Crash-Typ für den jeweiligen Aufprallsensor verwendet wird. Damit ist es möglich, beispielsweise bei einem Frontalaufprall einen Upfrontsensor ein höheres Gewicht hinsichtlich der hier bestimmten Crash-Typen bzw. Crash-Schwere zu geben, als dem Sensor im Zentralgerät. Damit kann eine genauere Bestimmung des Crash-Typs bzw. der Crash-Schwere und damit eine bessere Ansteuerung der Rückhaltemittel erreicht werden. Diese Bewertung kann kontinuierlich erfolgen, also durch Gewichtungsfaktoren, die eine Zahlenreihe darstellen, oder auch diskret, wobei hier eine Schwelle dann verwendet wird, um zu entscheiden, ob beispielsweise die Werte eines Aufprallsensors überhaupt verwendet werden oder sehr stark eingehen.

#### Zeichnung

[0010] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

[0011] Es zeigen:

- [0012] Fig. 1 ein Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Vorrichtung,
- [0013] Fig. 2 ein Flussdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens,
- [0014] Fig. 3 ein erstes Blockschaltbild des erfindungsgemäßen Verfahrens,
- [0015] Fig. 4 ein zweites Blockschaltbild des erfindungsgemäßen Verfahrens,
- [0016] Fig. 5 ein drittes Blockschaltbild des erfindungsgemäßen Verfahrens,
- [0017] Fig. 6 ein viertes Blockschaltbild des erfindungsgemäßen Verfahrens,
- [0018] Fig. 7 ein Diagramm zur Bestimmung der Gewichtung,
- [0019] Fig. 8 ein fünftes Blockschaltbild des erfindungsgemäßen Verfahrens,
- [0020] Fig. 9 ein sechstes Blockschaltbild des erfindungsgemäßen Verfahrens.

#### Beschreibung

[0021] Es wird im Folgenden ein Verfahren zur Ansteuerung von Rückhaltemitteln beschrieben, das sich insbesondere dadurch auszeichnet, dass es keine Rückkopplung aufweist und mit festen Schwellen arbeitet. Kennzeichnend ist, dass hier unterschiedliche Merkmale aus den Beschleunigungswerten extrahiert werden, beispielsweise ein gefenstertes Integral der Beschleunigung, also ein Geschwindigkeitswert.

[0022] Weiterhin ist eine neue Eigenschaft des erfindungsgemäßen Verfahrens die Verwendung von Crash-Phasen. Wie oben dargestellt, ermöglicht dies für einige Unfalltypen bzw. Crash-Schweren bereits frühzeitig eine Entscheidung zu treffen, um dann nur noch die anderen Unfalltypen und Crash-Schweren mit einem komplexeren Algorithmus zu behandeln, die eine spätere Entscheidung erfordern. Die Crash-Phasen sind wie oben dargestellt fahrzeugtypabhängig.

[0023] Finden unterschiedliche Fensterlängen, wenn ein gefenstertes Integral verwendet wird, bei der Merkmalsextraktion Verwendung, so lassen sie sich mit Hilfe von zeitlichen Abläufen steuern, ohne einen Timer oder einen Zähler zu verwenden. Die Crash-Phasen werden über solche impliziten Zeiten gesteuert. Innerhalb der einzelnen Crash-Phasen lassen sich die einzelnen Schwellen mit Hilfe der Merkmale zur Entscheidung, wie z.B. Crash-Typen führen, unterschiedlich applizieren. Aufgrund der Tatsache, dass kein Timer verwendet wird, kann dieser auch nicht aufgrund von fehlerhaften oder falschen Signalen, also einem miss use, den Algorithmus negativ beeinflussen.

[0024] Innerhalb der Logiklücke der Algorithmus lassen sich die Ergebnisse der vorhergehenden Blöcke zusammen fassen. Innerhalb der vorangegangenen Blöcke ist es aufgrund der Struktur möglich, Abläufe parallel abzuarbeiten. In der Crash-Typ-Erkennung lassen sich die Crash-Typen also alle parallel berechnen und werden dann über eine Logik fusioniert. Aufgrund dieser Parallelisierung ist es auch einfach möglich, den Algorithmus bzw. das Verfahren um eine weitere Funktionalität zu erweitern, indem einfach mehr neue Blöcke hinzugefügt werden. Innerhalb der Logik werden Informationen bezüglich der Qualität der Signale oder aber deren Prioritäten verarbeitet. Dies kann auch als Wichtigkeit interpretiert werden und stellt somit eine wichtige Eigenschaft dar. Jedoch werden andere Arten von Informationen verarbeitet. Es werden in den Logikblöcken nur ähnliche Informationen verarbeitet, ob beispielsweise ein bestimmter Crash-Typ ermittelt wurde, oder nicht.

[0025] Der Algorithmus basiert also nicht auf der Trennung von Signalen in einen Beschleunigungspfad und einem Integratorpfad. Der Algorithmus verwendet ausschließlich integrierte Signale. Aus diesen Signalen wer-



den dann mittels geeigneter Verfahren Merkmale extrahiert, die über applizierbare Schwellen bewertet werden und zu Aussagen über den Crash-Typ, also die Art der Kollision und/oder die Crash-Schwere die Stärke der Kollision führen. Der Algorithmus ist derart modular aufgebaut, dass neue Kollisionsarten oder Kollisionsstärken leicht integrierbar sind.

[0026] **Fig. 1** zeigt in einem Blockschaltbild die erfindungsgemäße Vorrichtung. Zwei Upfrontsensoren **1** und **2**, die am Kühler eines Fahrzeugs befestigt sind, sind über Leitungen mit einem Steuergerät **5** verbunden. Die Upfrontsensoren **1** und **2** liefern Beschleunigungssignale als digitale Signale an das Steuergerät **5**. Diese digitalen Signale werden im Steuergerät **5** von einem Prozessor **6** verarbeitet. Der Prozessor **6** ist auch mit einem Beschleunigungssensor **7** im Steuergerät **5** verbunden. Auch das Signal dieses Beschleunigungssensors, der beispielsweise an einen Analogeingang des Prozessors **6** angeschlossen ist, wird durch den Prozessor **6** verarbeitet. Darüber hinaus ist das Steuergerät **5** mit einer Seitenaufprallsensorik **3** verbunden. Seitenaufprallsensoren können Beschleunigungssensoren oder Verformungssensoren oder indirekte Verformungssensoren wie Druck- oder Temperatursensoren sein. Auch Umfeldsensoren können hier verwendet werden. Umfeldsensoren **4** sind jedoch auch an das Steuergerät **5** und dabei an den Prozessor **6** angeschlossen. Auch solche Sensoren, die insbesondere als Precrash-Sensoren verwendet werden, können zur Bestimmung eines Aufprallsignals verwendet werden. Die Sensorik **7** im Beschleunigungsgerät **5** ist üblicherweise ein Beschleunigungssensor, wobei der Beschleunigungssensor mit einer Empfindlichkeit in X- und Y-Richtung ausgebildet sein kann. Das Steuergerät **5** und damit der Prozessor **6** sind über einen Datenausgang mit Rückhaltemitteln **8** verbunden. Diese Rückhaltemittel **8** umfassen Gurtstraffer, Airbags, aktive Sitze und ggf. Überrollbügel. Diese Rückhaltemittel **8** sind individuell ansteuerbar. Der Einfachheit halber nicht dargestellt ist eine Insassenklassifizierung. Auch die Signale von dieser Insassenklassifizierung nehmen Einfluss auf die Ansteuerung der Rückhaltemittel **8**.

[0027] Im Folgenden wird anhand verschiedener Fluss- und Blockdiagrammen der Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens, auch der erfindungsgemäßen Vorrichtung, dargestellt. In **Fig. 2** ist in einem Flussdiagramm das erfindungsgemäße Verfahren in seinem Ablauf dargestellt. Im Verfahrensschritt **201** wird die entsprechende Crash-Phase eingestellt. Für diese Crash-Phase werden in den Verfahrensschritten **202**, **203** und **204** parallel Untersuchungen durchgeführt, ob ein jeweiliger Crash-Typ hier vorliegt. Das heißt, die Sensorsignale werden daraufhin untersucht, ob sie einen Crash-Typ, beispielsweise Crash-Typ **1** in **202**, Crash-Typ **2** in **203** oder Crash-Typ **3** in **204** identifizieren. Der Einfachheit halber sind hier nur drei Crash-Typen dargestellt, es sind jedoch weit mehr als drei Crash-Typen möglich. Zu den Crash-Typen zählen der Frontalaufprall, der Heckaufprall, der Offset-Aufprall, der Aufprall auf eine deformierbare Barriere, der Seitenaufprall, ein Pfahlcrash, harte Crashes und ein Überrollvorgang. Beispielsweise kann die Richtung, die aus den Aufprallsignalen ermittelt wird, einen Hinweis auf den Crash-Typ geben. Liegt ein Frontalaufprall vor, dann wird ein sehr starkes Signal in X-Richtung zu messen sein. Liegt ein Heckaufprall vor, dann wird ein sehr starkes Signal auch in X-Richtung, aber in umgedrehter Richtung zu messen zu sein. Bei Offset-Crashes oder Seitenaufprallen sind dann entsprechende Methoden anzuwenden, um über die Richtung jeden Crash-Typ zu identifizieren. Bei einem Crash auf eine deformierbare Barriere gibt der zeitliche Verlauf den Hinweis auf diesen Crash-Typ.

[0028] Nichtauslöser (AZT, misuse) können über Merkmale im Signal selbst erkannt werden. Eine LKW-Unterfahrt durch einen PKW ist über das zeitliche Auftreten von Signalen, hier der Upfrontsensoren und des zentralen Steuergeräts, zu klassifizieren.

[0029] Bei Verwendung von zwei Upfrontsensoren lassen sich Offset-Crashes feiner unterteilen, beispielsweise in Crashes, bei denen der Kollisionspartner schräg auf das Fahrzeug trifft (Winkelcrash) oder aber ob der Kollisionspartner mit einem Überdeckungsgrad kleiner 100% auftrifft. Seitencrashes können über das zeitliche Auftreten und den Verlauf von Sensorsignalen klassifiziert werden. Als Beispiel dient hier der Pfahl in die Tür, der über das Drucksignal, falls ein Drucksensor zur Seitenaufprallsensierung vorhanden ist, und eine passende Plausibilität als Crashtyp erkannt und in eine Crashschwere übersetzt werden kann.

[0030] Im nachfolgenden Verfahrensschritt **205** wird eine Fusion der Ergebnisse der einzelnen Verfahrensschritte **202**, **203** und **204** durchgeführt. Dies bedeutet, dass aus den einzelnen Ergebnissen der Crash-Typ Vergleiche in Verfahrensschritt **205** der eigentliche Crash-Typ nun identifiziert wird. Dominiert keiner der drei Crash-Typen, dann wird über Gewichtungsfaktoren bzw. Wahrscheinlichkeitswerte, eine Mischform im Verfahrensschritt **205** gebildet. In Abhängigkeit vom ermittelten Crash-Typ werden ein oder mehrere Algorithmen zur Crash-Schwere-Bestimmung ausgewählt und aktiviert. Wurde beispielsweise der Crash-Typ **1** als der Crash-Typ hier eindeutig identifiziert im Verfahrensschritt **205**, dann wird zur Verfahrensschritt **206** gesprungen, um den Algorithmus für die Crash-Schwere **1** durchzurechnen, da dieser eindeutig dem Crash-Typ **1** zugeordnet ist. Entsprechendes gilt für die Crash-Schwere **2** im Verfahrensschritt **207** und Crash-Schwere **3** im Verfahrensschritt **208**. Liegt eine Mischform der Crash-Typen vor, dann werden wenigstens zwei Crash-Schwere-Algorithmen aktiviert. Es kann aber auch bei der eindeutigen Identifikation eines Crash-Typs vorkommen, dass wenigstens zwei Algorithmen zur Crash-Schwere-Bestimmung berechnet werden, die dann im Verfahrensschritt **209** miteinander fusioniert werden. Auch diese Fusion wird durch eine gewichtete Summenbildung durchgeführt. In Abhängigkeit vom bestimmten Crash-Typ aus Verfahrensschritt **205** unter be-



stimmter Crash-Schwere aus Verfahrensschritt **209**, wird in Verfahrensschritt **210** eine Ansteuerung der Rückhaltemittel **8** durchgeführt. Dabei wird jedoch noch aus Verfahrensschritt **211** eine Plausibilitätsüberprüfung anhand der Sensorsignale durchgeführt, ob die Ansteuerung der Rückhaltemittel überhaupt sein kann.

[0031] **Fig. 3** zeigt in einem Blockschaltbild das erfindungsgemäße Verfahren. Im Block **301** werden die Aufprallssignale, also vorzugsweise Beschleunigungssignale, aus den Sensoren **1,2,3,4** und/oder **7** erzeugt. Diese Information wird im Folgenden dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Verfügung gestellt. Im Block **302** werden aus den Beschleunigungssignalen verschiedene Merkmale extrahiert, beispielsweise durch Integration, Differentiation oder andere Komplexe mathematische Umformung wie beispielsweise Filter, beispielsweise ein Kalman-Filter, oder aber Start- oder Stop-Bedingungen für einen Zeitzähler. Im Block **303** geschieht folgendes: Aus bestimmten Merkmalen, die der vorangegangene Block **302** zur Verfügung stellt, können zeitliche Informationen abgeleitet werden, die es ermöglichen, eine Kollision bzw. einen Aufprall in unterschiedlichen Crash-Phasen einzuteilen. Die Crash-Phasen folgen zeitlich aufeinander von Crash-Beginn bis zum Crash-Ende. Als Crashbeginn wird das Starten des Algorithmus definiert und als Endezeitpunkt ist der Algorithmusreset ausschlaggebend. Der Start eines Algorithmus wird beispielsweise dadurch festgelegt, dass eine Rauschschwelle, die vorgegeben ist, überschritten wird. Die Anzahl der Crash-Phasen ist zunächst nicht begrenzt. Die Crash-Phase kann durch einen Zeitzähler mit der Einheit Cycles dargestellt werden, wobei die Cycles die Periode zwischen den einzelnen Rechenschritten des Algorithmus darstellen können, ggf. auch kürzere oder längere Perioden. Diese Darstellung in einem Zeitzähler entspricht der maximalen Anzahl der Crash-Phasen. Die einzelnen Crash-Phasen dienen dazu, in der Crash-Typ-Erkennung, also im Block **304** und/oder der Crash-Schwere-Erkennung im Block **306** unterschiedliche Empfindlichkeiten zu steuern. Mit Empfindlichkeiten sind unterschiedlich hohe Schwellwerte gemeint, mit denen die einzelnen Merkmale verglichen werden, um eine Entscheidung bzw. die Ansteuerung der Rückhaltemittel durchzuführen.

[0032] Im Block **304** der Crash-Typ-Erkennung wird mit Hilfe der Merkmale aus Block **302** eine Klasseneinteilung der Kollisionsarten vorgenommen. Diese unterschiedlichen Klassen können aus gängigen Crash-Versuchen abgeleitet sein. Hierbei müssten Crashes wie ein Auftreffen auf eine deformierbare Barriere mit einem Überdeckungsgrad von  $< 100\%$ , Kollisionen, bei denen das Aktivieren eines Zündmittels nicht angebracht ist, Fahrmanöver, die aufgrund des Beschleunigungssignals eine Kollision vortäuschen (misuse), Kollisionen, bei denen der Aufprallgegner in einem Winkel zur Fortbewegungsrichtung des eigenen Fahrzeugs steht oder sich bewegt, Kollisionen, die einen Überdeckungsgrad nahe an  $100\%$  haben. Innerhalb der einzelnen Crash-Phasen müssen nicht alle Crash-Typen klassifizierbar sein. Jedoch können in einzelnen Crash-Phasen alle relevanten Kollisionstypen voneinander unabhängig ermittelt werden. Eventuell vorhandene Abhängigkeiten werden hier nicht berücksichtigt. Es können durchaus mehrere Crash-Typen gleichzeitig detektiert werden. Eine Verknüpfung der Ergebnisse der Crash-Typ-Erkennung wird im folgenden Block **305** vorgenommen. Dieser Block **305** stellt eine Crash-Typ-Logik dar. Hier werden die Wahrscheinlichkeiten der einzelnen erkannten Crash-Typen beurteilt oder bestimmt. Aus diesem Ergebnis werden die Empfindlichkeiten der Crash-Wert-Erkennung **306** beeinflusst. Abhängigkeiten von Crash-Typen werden in der Crash-Typ-Logik dahingehend verarbeitet, dass über eine Logik der wahrscheinlichste Fall ausgewählt wird. In einem realen Crash-Szenario kann es durchaus vorkommen, dass sich keine eindeutige Klassifizierung in eine Crash-Typ-Klasse vornehmen lässt. Beispiele für eine Verknüpfung von Crash-Typen sind: ODB (Auftreffen auf eine deformierbare Barriere) und AZT (= Versicherungsunfall, bei dem ein möglichst geringer Schaden am Fahrzeug auftritt) erkannt. Setzt sich der AZT-Crash durch und nur dessen korrespondierende Crash-Schwereerkennung wird aktiviert, wobei bei AZT eine Crasheschwere von 0 vorliegt. Sollte keine eindeutige Entscheidung getroffen werden, so besteht die Möglichkeit, mehrere Empfindlichkeiten bei der Crash-Schwere-Erkennung zu wählen und diese anschließend in der Crash-Schwere-Logik auszuwerten. Im Block **306**, also der Crash-Schwere-Erkennung, werden, ausgehend von den Merkmalen der Sensorsignale Crash-Schweren abgeleitet. Diese Crash-Schweren werden dann innerhalb der Zündlogik weiter verarbeitet und das für diese Kollision passende Rückhaltemittel wird aktiviert, um den Insassen den optimalen Schutz zukommen zu lassen. Die Anzahl der Crash-Schweren ist hierbei nicht auf die Anzahl der Rückhaltemittel beschränkt. Innerhalb der Crash-Schwere-Erkennung können Pfade mit unterschiedlicher Empfindlichkeit der Crash-Schwere-Bestimmung aktiviert werden, abhängig von der Crash-Typ-Logik. Die Crash-Schwere wird linear aufsteigend bestimmt, wobei die kleinste Crash-Schwere einer Kollision entspricht, bei der kein Rückhaltemittel aktiviert werden soll. Die größte Crash-Schwere entspricht dem maximal zu aktivierenden Schutz. Die zeitliche Steuerung der Zündmittel findet hier nicht statt.

[0033] Im Block **307** der Crash-Schwere-Logik werden unterschiedliche Crash-Schweren, die aus dem vorangeschalteten Block **306** kommen, derart miteinander verbunden, dass die Fahrzeuginsassen einen der Situation angepassten Schutz erhalten. Dies kann im einfachsten Fall eine Priorität nach der Größe der verschiedenen Crash-Schweren sein. Jedoch sind auch komplexere Logikverknüpfungen realisierbar.

[0034] Im Block **309** der Zündlogik wird die an diesem Block übermittelte Crash-Schwere und ggf. der Crash-Typ die passenden Zündmittel zugeordnet und gewährleistet auch das zeitlich abgestimmte Aktivieren. Es besteht hier auch die Möglichkeit einer von Zuständen innerhalb des Fahrzeugs abhängigen Aktivierung.





Zuständig hier können z.B. sein Position des Insassen, sein Gewicht, der Status des Gurts. Dies gilt für alle erlaubten Sitzpositionen im Fahrzeug.

[0035] Der Block **308** stellt die Plausibilität dar. Innerhalb dieses Blockes **308** werden eventuelle Fehler und Unstimmigkeiten innerhalb des Algorithmus-Pfades in ihrer Auswirkung gemildert. Damit es zu einer Aktivierung von Rückhaltemitteln kommen kann, sollte die Entscheidung unabhängig bestätigt werden. Ein fehlerhafter Sensor könnte zu einer Auslösung führen, deshalb soll die Plausibilität von einem anderen Sensor bestätigt werden, da hier die Wahrscheinlichkeit, dass 2 Sensoren gleichzeitig defekt sind, deutlich geringer ist als bei einem fehlerhaften Sensor. Deshalb könnte ein nicht korrekt arbeitender Mikrocontroller, welcher die Berechnungen und Auswertungen vornimmt, keine Auslösung verursachen. Weitere Fehlerszenarios könnten von dieser Plausibilität in ihrer Auswirkung gemindert werden.

[0036] Fig. 4 zeigt in einem Blockschaltbild, dass eine Crash-Phasen-Steuerung **401** die einzelnen Crash-Phasen **402**, **403** und **404** ansteuert.

[0037] Hier werden aus den Sensorsignalen zeitliche Informationen extrahiert und in einzelne Crashphasen übersetzt. Eine solche Extraktion kann auch über einen Zähler (timer/counter) erreicht werden, der abhängig vom Signal gestartet und gestoppt wird. Die Steuerung **401** übernimmt dann die Aufgabe, die einzelnen Crashphasen **402–404**, ggfs. auch mehr, aktiv zu schalten. Dies geschieht in Abhängigkeit der zeitlichen Information aus den Sensorsignalen, respektive dem Timer. Es kann immer nur eine Crashphase aktiv geschaltet werden. Hier werden die Crashphasen aufsteigend gestaffelt und innerhalb eines Crashszenarios nacheinander aktiviert. Dies geschieht entweder fest über einen Zähler oder aber abhängig von den Sensorsignalen.

[0038] Fig. 5 zeigt in einem weiteren Blockschaltbild das erfindungsgemäße Verfahren. Für eine jeweilige Crash-Phase **501** wird wie oben dargestellt parallel untersucht, und zwar in den Blöcken **503**, **504** und **505**, welcher Crash-Typ zutrifft. Anhand der Ergebnisse dieser einzelnen Untersuchungen, wird im Verfahrensschritt **502** der Crash-Typ-Logik dies festgestellt. Die Crash-Typ-Logik wird dann in Abhängigkeit von dem bestimmten Crash-Typ oder einer gewichteten Summe aus verschiedenen Crash-Typen wenigstens einen der Crash-Schwere-Algorithmen **506**, **507** oder **508** auswählen, um die Crash-Schwere anhand der Sensorsignale festzustellen.

[0039] Fig. 6 zeigt eine Erweiterung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Im Block **601** wird der, wie in Fig. 3 dargestellte, Crash-Schwere-Algorithmus mit Crash-Typ-Erkennung durchgeführt. Dies wird der Crash-Typ-Logik **604** zugeführt, die hier weiterhin mit einem entsprechenden Crash-Typ-Algorithmus für die Upfrontsensoren **602** verbunden ist. Der Crash-Typ wird also hier anhand eines Signals von einem Zentralsensor, der im Verfahrensschritt **601** zu einem entsprechenden Crash-Typ führt und den Upfrontsensoren aus Verfahrensschritt **602** gebildet. Dabei kann wie oben dargestellt eine entsprechende Verstärkung oder Abschwächung der einzelnen Crash-Typ-Ergebnisse des Zentralsensor oder der Upfrontsensoren durchgeführt werden. Anstatt der Upfrontsensoren oder zusätzlich dazu können auch andere Sensoren wie Seitenaufprallsensoren oder Umfeldsensoren hier eingesetzt werden. Die Crash-Typ-Logik, die also den Crash-Typ bestimmt, ist nachgeschaltet, die Crash-Schwere-Erkennung **605**. Wie oben dargestellt wird mit wenigstens einem Algorithmus die Crash-Schwere anhand der Sensorsignale bestimmt. In Verfahrensschritt **606** wird dann über eine Crash-Schwere-Logik dieses Ergebnis mit einer Crash-Schwere-Erkennung des Abfrontalgorithmus **603** verknüpft. Daraus wird dann die Crash-Schwere bestimmt, die zur Ansteuerung der Zündlogik **607** dient. Auch hier können andere Sensormodule, wie ein Seitenaufprallsensor oder Umfeldsensoren eingesetzt werden.

[0040] Der Ansatz zur Fusionierung basiert hierbei auf der Beurteilung der Qualität der einzelnen Crash-Typ oder Crash-Schwere-Informationen. Unterschiedliche Algorithmen, zumal wenn sie auf unterschiedliche Sensorinformationen zugreifen, liefern Crash-Typ und Crash-Schwere-Informationen von unterschiedlicher Qualität. Während ein Algorithmus den Crash-Typ A präziser ermitteln kann, hat ein anderer Algorithmus Vorteile in der Bestimmung eines anderen Crash-Typs. Diese Qualitätsunterschiede werden nun in der Fusionierung der Information durch eine entsprechende Gewichtung berücksichtigt. Da die Logik in Software realisiert wird, lässt sich über einfaches Umprogrammieren ändern oder erweitern. Die Beurteilung der Qualität der Crash-Typen und Crash-Schwere-Entscheidungen der verschiedenen Algorithmen erfolgt Simulation mit realen oder simulierten Crash-Test-Daten, das sind Beschleunigungsdaten.

[0041] Beispielsweise ist ein optimal funktionierender Upfrontalgorithmus besser in der Lage, in eine Überdeckungsgraderkennung zu bestimmen. Als dies ein zentraler Algorithmus, der also auf einem Zentralsensor beruht, wäre. Bei der Bestimmung von Crash-Typen und -Schweren, die von dem Ergebnis der Überdeckungsgraderkennung abhängen, kann die Information des Upfrontalgorithmus damit stärker gewichtet werden als die Information des zentralen Crash-Schwere-Algorithmus. Andererseits kann bei Crash-Typen, bei welchen der zentrale Crash-Schwere-Algorithmus präzisere Aussagen erlaubt, dieser gegenüber dem Upfrontalgorithmus entsprechend stärker gewichtet werden. Jede Crash-Phase verfügt über eine unabhängige Logik zur Crash-Typ- und Crash-Schwere-Bestimmung. Diese Eigenschaft kann bei der Fusionierung mit der Information der weiteren Algorithmen vorteilhaft genutzt werden. Die Qualität der Informationen von unterschiedlichen Algorithmen ändert sich im Allgemeinen im Verlauf des Crashs. Beispielsweise liefert der Upfrontalgorithmus, der auf einer Sensorik im Frontend des Fahrzeugs beruht, nur bis in den Bereich mittlerer Crash-Phasen sinn-

volle Zusatzinformationen zum zentralen Crash-Schwere-Algorithmus. In späten Crash-Phasen ist ein zusätzlicher Informationsgehalt dagegen gering, eine Zerstörung kann hier angenommen werden. Die Crash-Typ- und Crash-Schwere-Informationen der unterschiedlichen Algorithmen können bei der Fusion in jeder Phase entsprechend ihrer dann vorliegenden Qualität unterschiedlich gewichtet werden.

[0042] Eine Verbesserung des bisherigen Verfahrens kann dadurch erreicht werden, indem ein Wahrscheinlichkeitstheoretischer Ansatz bei der Crash-Schwere- und Crash-Typ-Fusionierung verwendet wird. In der Praxis ist in der Regel das Zentralsteuergerät in seiner Wichtigkeit dem Abfrontsensordsystem untergeordnet. In manchen Crash-Situationen ist dies jedoch nicht immer richtig. Durch die Erfindung soll die durch die unterschiedlichen Sensoren gelieferte Information je nach ihrer Wichtigkeit entsprechend fusioniert werden. Dadurch kann für jeden Crash eine individuelle Crash-Auslösung erzielt werden. Im Weiteren ist der Ansatz so gewählt, dass eine einfache Fusionierung von weiteren Sensoren einfach in das Konzept integriert werden kann. Über eine Parametereinstellung oder aber eine gezielte Berechnung der Wichtigkeit ist die Flexibilität des Algorithmus entsprechend erweiterbar.

[0043] Der Ansatz zur Fusionierung, basierend auf einer Wahrscheinlichkeit, wird zunächst allgemein erläutert. Eine Information aus der Sensorik, direkt oder daraus abgeleitet, kann über eine Rampenfunktion in ein Wahrscheinlichkeitsmaß transformiert werden. Dabei wird die Rampenfunktion vorzugsweise beschrieben durch eine untere und obere Grenze bzw. Schwelle und deren linearen Zusammenhang. Dieser Zusammenhang ist in Fig. 7 dargestellt. Auf der Abszisse 701 wird die zu bewertende Information beispielsweise der Crash-Typ oder der Crash-Schwere abgetragen. Auf der Ordinate 707 wird die Gewichtung bzw. das Wahrscheinlichkeitsmaß beispielsweise in % abgetragen. Die Rampenfunktion weist eine untere Grenze 703 auf, eine obere Grenze 702 und eine Steigung 705. Damit ist der Crash-Typ 704 dem Wahrscheinlichkeitsmaß 708 zugeordnet. Die obere Grenze 702 entspricht 100 % 706. Die untere Grenze 703 0 %.

[0044] Das Prinzip der Rampenfunktion kann, wie oben beschrieben, dazu verwendet werden, eine zu verarbeitende Information in ein prozentuales Maß abzubilden oder aber als Funktion zur Berechnung von Gewichtungsfaktoren verwendet werden.

[0045] Die Einstellung der jeweiligen Grenzen geschieht über eine Applikation. Vorteil bei diesem Verfahren ist die hohe Flexibilität. Zum einen kann eine Funktion dadurch ausgeblendet werden, dass die untere und obere Grenze derart ausgelegt werden, dass bei einem vorgegebenen Eingangswert ein Ausgangswert durch die Verarbeitungsvorschrift niemals erreicht werden kann, d.h. die Ausgabe des Maßes ist somit 0 bzw. beträgt 0 und ist daher für weitere Funktionen ungültig. Im Gegenzug dazu kann die Ausgabe wegen der kontinuierlichen Ausgabe in eine binäre Ausgabe gebracht werden, in dem obere und untere Grenzen auf einen Mittelwert eingestellt werden, z.B. den Wert 50. Dadurch ergeben sich nur 2 Zustände, entweder 0 oder 100. Dieser Aufbau erfolgt für jedes Merkmal getrennt. Dadurch erhält man beispielsweise für die Information Crash-Typ und Crash-Schwere für die unterschiedlichen Sensoren folgende Größen:

Die einzelnen Information werden aus den Blöcken 1.1a bis 1.2b in Fig. 8 gewonnen. Die für den jeweiligen Sensor gültige Information wird nun in der Logik (Block 2.1 und Block 2.2) folgendermassen fusioniert:

$$ZBS = \frac{CRST * Faktor1 + CSST * Faktor2}{(Faktor1 + Faktor2)}$$

$$UFS = \frac{CRUFS * Faktor3 + CSUFS * Faktor4}{(Faktor3 + Faktor4)}$$

[0046] Die Faktoren i (hier i = 1...4) können entweder ebenfalls über andere Merkmale und entsprechende Rampenfunktionen berechnet werden oder aber es sind fest eingestellte Parameter im EEPROM. Somit erfolgt zunächst eine gezielte Fusionierung der einzelnen Informationen vom Zentralsteuergeräts und der Upfrontsensorik getrennt. Die somit erhaltene Information kann ggf. an andere Module weitergeleitet werden. Zentral jedoch, um zur Auslöseentscheidung zu kommen, werden diese Informationen in einer getrennten Auswertelogik (Block 3) mit demselben Schema miteinander verknüpft.

$$Total = \frac{ZBS * Faktor5 + UFS * Faktor6}{(Faktor5 + Faktor6)}$$

[0047] Wie oben können die Faktoren berechnet oder vorgegebene Werte sein. Im Anschluß wird diese Information in Block 4 durch eine Auslöselogik entsprechend verarbeitet.

[0048] Einzelwerte, wie zum Beispiel CRST können natürlich ihrerseits mit der oben beschriebenen Methode erzeugt werden. Dies bedeutet, dass der Crash Severity Algorithmus, der seinerseits unterschiedliche Crashtypen detektieren kann. Diese über eine gewichtete Summenbildung präzisieren kann. Wird eine solche Bestimmung auch für den Crash Typ der Upfrontsensoreninformation (CRST) durchgeführt lassen sich diese Infor-





mationen kombinieren. Dies gilt auch für die Informationen wie CSST und CSUFS.

[0049] Hieraus ergibt sich dann folgende Alternative der Bestimmung:

$$\text{CRTotal} = \frac{\text{CRST} * \text{Faktor6} + \text{CRUFS} * \text{Faktor7}}{(\text{Faktor6} * \text{Faktor7})}$$

$$\text{CSTotal} = \frac{\text{CRST} * \text{Faktor8} + \text{CRUFS} * \text{Faktor9}}{(\text{Faktor8} * \text{Faktor9})}$$

[0050] In obiger Berechnungsvorschrift können natürlich CRST aus den einzelnen Crahsstypen wiederum über eine gewichtete Summenbildung entstanden sein. Gleiches gilt für CRUFS, CRST und CRUFS. Beispiel:

$$\text{CRTotal} = \frac{\text{CRST\_1} * \text{Fak10} + \text{CRST\_2} * \text{Fak11} + \dots + \text{CRUFS\_1} * \text{Fak20} + \text{CRUFS\_1} * \text{Fak21} + \dots}{(\sum \text{Faktoren})}$$

[0051] Hierbei stehen \_1 für die unterschiedlichen Crashtypen oder Crahschweren, das Präfix gibt den Ursprung der Signale an.

[0052] Wie in Fig. 9 zu sehen ist werden die Informationen aus den Blöcken 1.1a bis 1.2b abweichend von der Grundidee verknüpft. Block 2 beinhaltet die Verknüpfungen ähnlicher Informationen und Block 3 führt diese Informationen zusammen um sie Block 4 zur Verfügung zu stellen.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Ansteuerung von Rückhaltemitteln (8) wobei wenigstens ein aufprallkennzeichnendes Signal erzeugt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass ab Erkennen eines Aufpralls zeitlich definierte Crash-Phasen vorgegeben werden, dass für jede Crash-Phase anhand des Signals ein Crash-Typ und eine Crash-Schwere bestimmt werden und dass in Abhängigkeit von der Crash-Schwere und/oder des Crash-Typs die entsprechenden Rückhaltemittel (8) angesteuert werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Crash-Phasen in Abhängigkeit vom Fahrzeugtyp definiert werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Crash-Typ für jede Crash-Phase dadurch bestimmt wird, dass für unterschiedliche mögliche Crash-Typen das wenigstens eine Signal untersucht wird und Ergebnisse dieser Untersuchungen miteinander verknüpft werden, um den Crash-Typ zu bestimmen.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bestimmung der Crash-Schwere wenigstens ein Algorithmus in Abhängigkeit vom Crash-Typ ausgewählt wird und Ergebnisse von dem wenigstens einen Algorithmus zur Bestimmung der Crash-Schwere verwendet werden.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass von dem wenigstens einen Signal ein Plausibilitätssignal abgeleitet wird, das zur Überprüfung der Ansteuerung verwendet wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für unterschiedliche Aufprallsensoren im Fahrzeug jeweils getrennt der Crash-Typ und die Crash-Schwere für die jeweilige Crash-Phase bestimmt werden und auch dann auch eine jeweilige Verknüpfung der derart bestimmten Crash-Typen und Crash-Schweren zur Ansteuerung durchgeführt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die jeweiligen Crash-Typen und Crash-Schweren, die für die unterschiedlichen Aufprallsensoren bestimmt wurden, in Abhängigkeit von dem jeweiligen Crash-Typ und/oder der jeweiligen Crash-Schwere und/oder dem jeweiligen Aufprallsensor für die Verknüpfung bewertet werden.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Bewertung kontinuierlich erfolgt.

9. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Bewertung anhand jeweiliger Schwellen erfolgt.

10. Verwendung einer Vorrichtung zur Ansteuerung von Rückhaltemitteln (8) in einem Verfahren nach ei-



nem der Ansprüche 1 bis 9.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

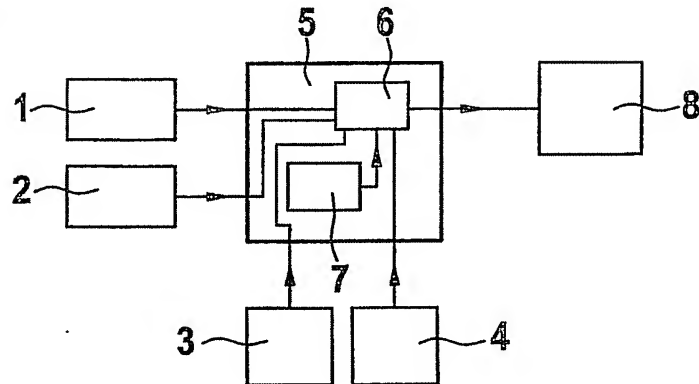


Fig. 2

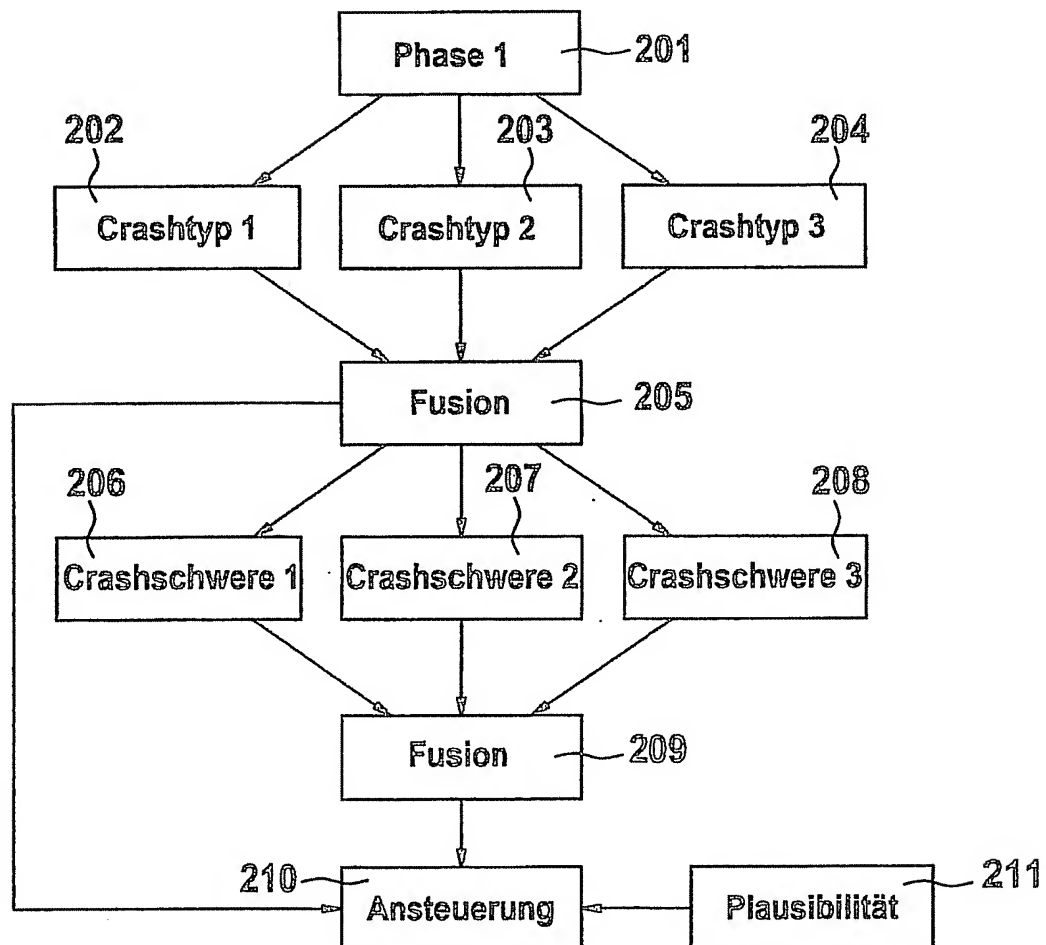


Fig. 3

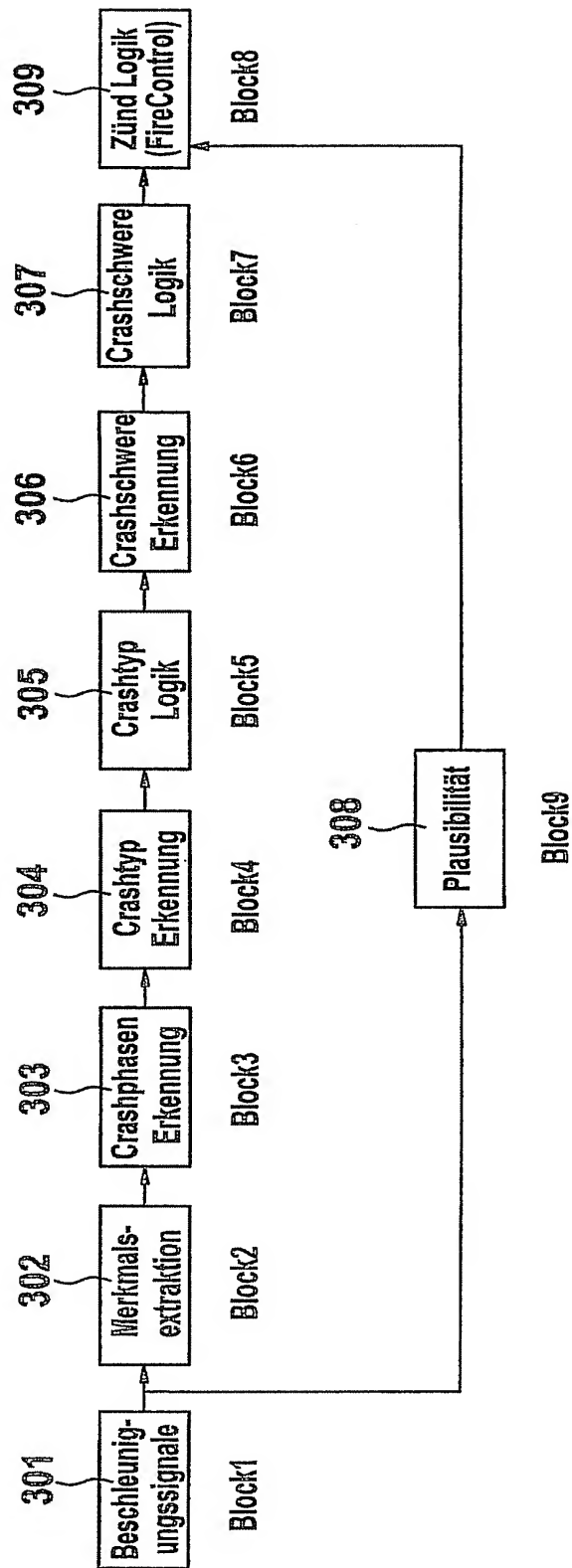


Fig. 4

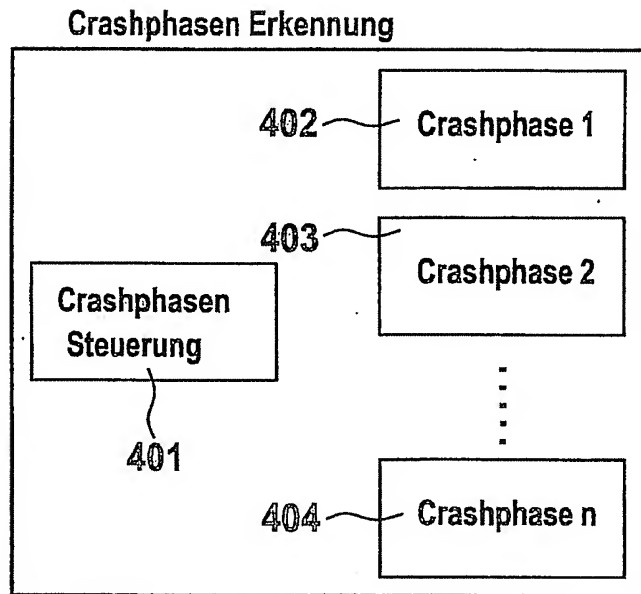


Fig. 5

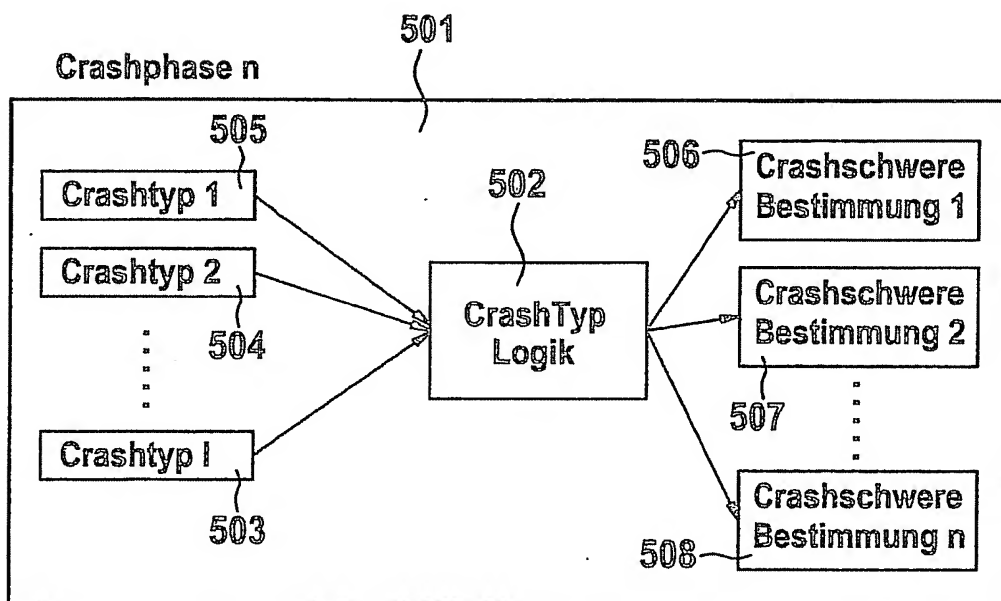


Fig. 6

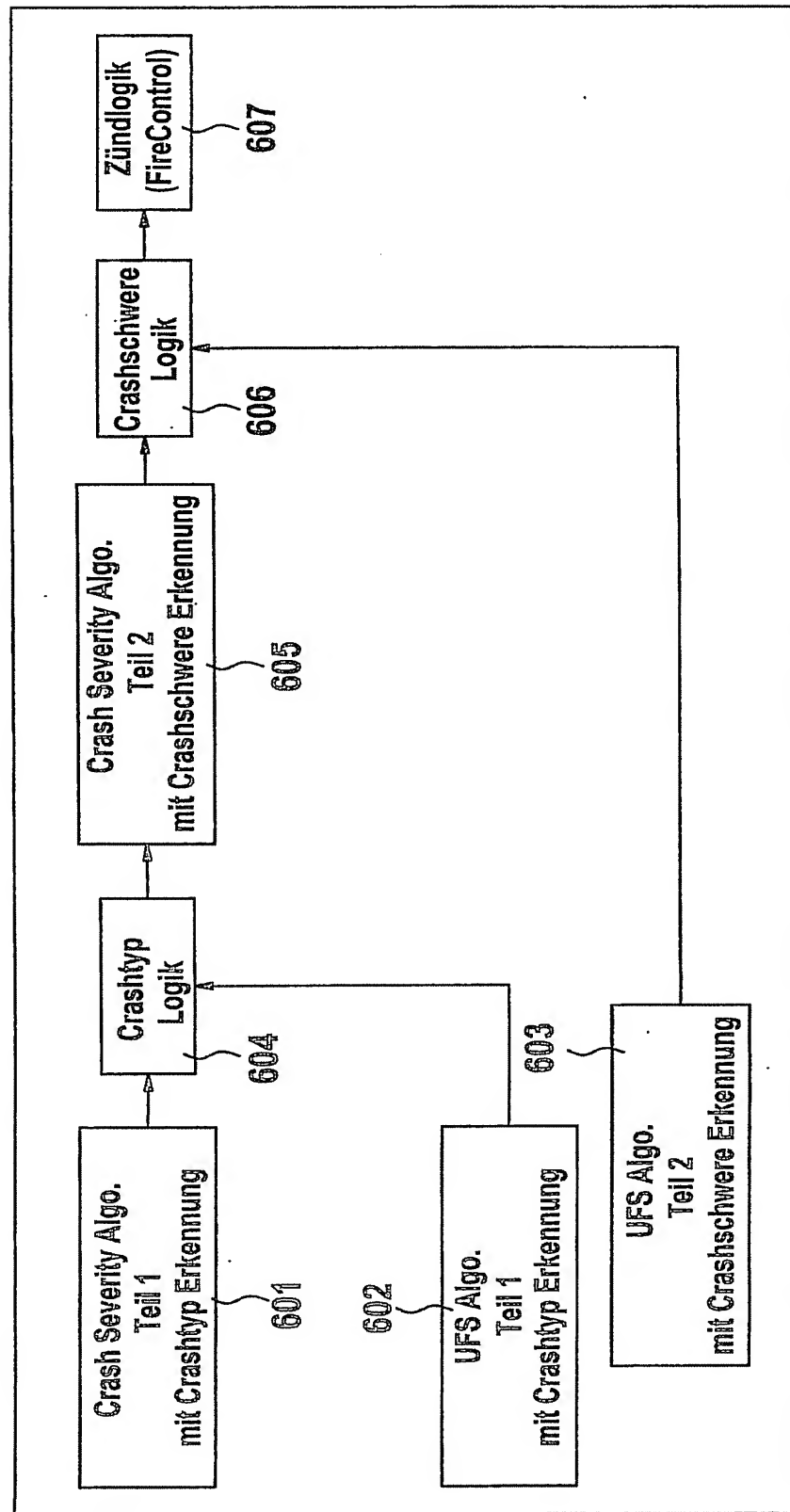




Fig. 7

